

## 明細書

### 流体浄化方法及びスタティックミキサー

#### 技術分野

本発明は、工場等から排出される排ガスや排水の浄化に使用するのに好適な流体浄化方法及びスタティックミキサーに関するものである。

#### 背景技術

従来、排ガスを浄化するに際しては、例えば、タンク内に集めた排ガスに対して薬液を散布してガス処理を行ういわゆるスクラバー方式や、排ガスの流路上に排ガス処理設備としての光触媒装置を直列に並べて配置する方式が検討されており、これらの方式のうちの光触媒装置を用いる方式では、排ガスの流路を  $400\text{ L/min}$  で流れる排ガスに含まれる  $500\sim 1000\text{ ppm}$  のトルエンを約  $170\text{ ppm}$  に減らすことができる。

この場合、直列に並べる光触媒装置の個数を多くすれば、その分だけ多くのトルエンを減らすことができるものの、安価とは言えない光触媒装置を多く使用する分だけ浄化コストが上昇してしまうという問題があり、この問題を解決することが従来課題となっていた。

#### 発明の開示

本発明は、このような従来技術の有する課題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、構造の簡略化を図って、浄化コストの大幅な低減を実現したうえで、排ガスや排水などの流体を極めて効率良く浄化することが可能である流体浄化方法及びスタティックミキサーを提供す

ることにある。

本発明者は、上記目的を達成すべく鋭意検討を重ねた結果、本発明者自らが発明したスタティックミキサー（特願平 8-143514 号）を用いることで、上記目的が達成されることを見出し、本発明を完成するに至った。

即ち、本発明の流体浄化方法は、排ガスや排水などの流体を浄化するに際して、流体の流路上に配置されて流路よりも径の大きい円筒状を成すミキサー本体を、ミキサー本体筒部と、このミキサー本体筒部の端部に位置する中空部が流入口となる流入口側端面中空盤部と、中空部が流出口となる流出口側端面中空盤部とで構成し、上記ミキサー本体内には、その流入口の径以上の径を有し且つミキサー本体のミキサー本体筒部の内径よりは径の小さい衝突筒体を、その開口側を流入口に向けて同心状に固定収納し、流体が接触するミキサー本体の内面及び衝突筒体の表面のうちの少なくとも一つの部位に多数の凹部を設けたスタティックミキサーを用い、このスタティックミキサーを上記流体の流路上に 1 個以上配置して、上記排ガスや排水などの流体とオゾンなどの浄化剤とを混合反応（例えば有機反応）させて上記流体を浄化することを特徴とする。

そして、本発明者自らが発明した上記スタティックミキサーに改良を加えたスタティックミキサーを用いても、上記目的が達成されることを見出し、本発明を完成するに至った。

すなわち、排ガスや排水などの流体を浄化するに際して、流体の流路上に配置されて流路よりも径の大きい円筒状を成すミキサー本体を、ミキサー本体筒部と、このミキサー本体筒部の端部に位置する中空部が流入口となる流入口側端面中空盤部と、中空部が流出口となる流出口側端面中空盤部とで構成し、上記ミキサー本体内には、その流入口の径以上の径を有し且つミキサー本体のミキサー本体筒部の内径よりは径の小さ

い衝突筒体を、その開口側を流入口に向けて同心状に固定収納し、流体が接触するミキサー本体の内面及び衝突筒体の表面のうちの少なくとも一つの部位に溝又は突起を設けたスタティックミキサーを用い、このスタティックミキサーを上記流体の流路上に1個以上配置して、上記排ガスや排水などの流体とオゾンなどの浄化剤とを混合反応（例えば有機反応）させて上記流体を浄化することを特徴とする。

この場合、本発明の流体浄化方法の好適な例として、スタティックミキサーにおける凹部又は溝又は突起は、衝突筒体の底面部の内側、衝突筒体の筒体部の内周面、ミキサー本体の流入口側端面中空盤部の内面及びミキサー本体の流出口側端面中空盤部の内面のうちの少なくとも一つの部位に設けてある構成を成していることを特徴としている。

また、本発明の流体浄化方法のより好適な例として、スタティックミキサーにおいて、流体が接触する部位が流体の流れに面する平面では、溝又は突起が1条以上の渦巻状を成し、流体が接触する部位が流体の流れに沿う周面では、溝又は突起が螺旋状を成していることを特徴とし、本発明の流体浄化方法のより一層好適な例として、スタティックミキサーにおける溝又は突起は、衝突筒体の底面部の内側及び／又は衝突筒体の筒体部の内周面に設けてあることを特徴とし、本発明の流体浄化方法のより一層好適な例として、スタティックミキサーにおける衝突筒体内に流出部の上流側端部又は下流側流路の端部を突出させたことを特徴としている。

本発明の流体浄化方法及びスタティックミキサーにおいて、流体が接触するミキサー本体の内面及び衝突筒体の表面とは、

- 1) 衝突筒体の底面部の内側
- 2) 衝突筒体の筒体部における底面部内側に位置する内周面
- 3) 衝突筒体の筒体部の外周面

4) ミキサー本体の流入口側端面中空盤部の内面

5) ミキサー本体の流出口側端面中空盤部の内面

6) ミキサー本体筒部の内周面

7) 衝突筒体の底面部の外側

8) 衝突筒体の筒体部における底面部外側に位置する内周面

のことを指し、流出部の上流側端部又は下流側流路の端部が衝突筒体内に突出する場合には、これらの端部（9）も流体が接触するミキサー本体の内面に含むものとする。

ここで、本発明者自らが発明した特願平8-143514号に記載のスタティックミキサーに示すように、本発明の流体浄化方法及びスタティックミキサーの「凹部」とは、断面が半球形状や矩形形状や三角形状を成す小穴のことを指し、流体が接触するミキサー本体の内面及び衝突筒体の表面にランダムに配置することができる。

また、本発明の流体浄化方法及びスタティックミキサーの「溝」とは、面に溝きり加工を施して線状に形成したもののほか、面に板状部材を取り付けて線状に形成したものを指し、直線状及び曲線状のいずれであってもよい。そして、この「溝」は、連続的に形成したものに限定されるものではなく、断続的に形成したものも含むものとし、流体が接触する部位が流れに面する平面（上記1）、4）、5）、7））では1条以上の渦巻状に形成し、流体が接触する部位が流体の流れに沿う周面（上記2）、3）、6）、8）、9））では螺旋状に形成することが好ましい。

一方、本発明の流体浄化方法及びスタティックミキサーの「突起」とは、面に半球形状や三角錐形状の塊やじゃま板を取り付けて形成したものを指し、流体が接触する部位が流れに面する平面（上記1）、4）、5）、7））では1条以上の渦巻状を成すように配置し、流体が接触する部位が流体の流れに沿う周面（上記2）、3）、6）、8）、9））

では螺旋状を成すように配置することが好ましい。

本発明の流体浄化方法及びスタティックミキサーにおいて、ミキサー本体に流入した排ガスや排水などの流体及び浄化剤は、衝突筒体内に流入してその底部内面に衝突して乱流となるので、衝突筒体の底部付近には大きな渦流が発生することとなる。

この際、円筒状を成すミキサー本体の径を流路の径よりも大きくしてあるので、ミキサー本体のミキサー本体筒部に流体及び浄化剤が流入すると、減圧されて上記渦流を引き戻すこととなり、順次流入してくる流体と反転する流体とを激しく混合して攪拌する作用を呈することとなる。

加えて、流体が接触するミキサー本体の内面及び衝突筒体の表面のうちの少なくとも一部には、凹部又は溝又は突起を設けているので、この凹部又は溝又は突起に流体及び浄化剤が衝突することで、各凹凸毎に回転流や乱流が発生して流体及び浄化剤を混合して攪拌することから、上記大きな渦流とも相俟って、排ガスや排水などの流体と浄化剤とを極めて効率良く混合攪拌し得ることとなる、すなわち、上記流体の浄化を効率良く成し得ることとなる。

また、本発明の流体浄化方法及びスタティックミキサーでは、スタティックミキサーの衝突筒体の開口と流入部との間の間隙流路において流路狭窄が生じることがなく、ミキサー本体入口付近において確実に減圧を生じさせ得ることとなる。

なお、本発明の流体浄化方法及びスタティックミキサーにおいて、衝突筒体は、例えば、この衝突筒体の外周面より放射状に突出しその先端をミキサー本体筒部の内周面に連結した固定用板を介して同心状に固定することができるが、この際、上記固定用板を衝突筒体の軸心方向に所定の角度で捩じるようになると、流体及び浄化剤がこの部分を通過する際に全体的な大きな旋回流となり、流れ方向が変化することでさらに効

率良く混合攪拌が成されることとなる。

また、本発明の流体浄化方法及びスタティックミキサーにおいて、流入部の内周面にスパイラルリボンを取り付けると、この流入部を通過した流体及び浄化剤は旋回流となって衝突筒体の底部内面に衝突し、より複雑な乱流となることでさらに効率良く混合攪拌が成されることとなり、本発明のより一層好適な例による流体浄化方法及びスタティックミキサーでは、スタティックミキサーのミキサー本体内に流出部の上流側端部又は下流側流路の端部を突出させようとしているので、流体及び浄化剤の混合流が流出部から流出するに際して、衝突筒体内に突出する流出部の上流側端部又は下流側流路の端部を乗り越える必要があり、その結果、この部分においても、混合流の流れ方向が変えられて、より一層の混合攪拌が成されることとなる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明に係わる流体浄化方法の一実施例を示す配管説明図、図 2 は、図 1 の配管内に設置したスタティックミキサーの断面説明図、図 3 は、図 2 における A-A 線位置に基づく断面説明図、図 4 は、本発明に係わる流体浄化方法の他の実施例に採用したスタティックミキサーの断面説明図、図 5 は、本発明に係わる流体浄化方法のさらに他の実施例に採用したスタティックミキサーの断面説明図、図 6 は、本発明に係わる流体浄化方法のさらに他の実施例に採用したスタティックミキサーの断面説明図、図 7 は、本発明に係わる流体浄化方法のさらに他の実施例に採用したスタティックミキサーの断面説明図、図 8 は、図 7 におけるスタティックミキサーの軸方向中央部位での断面説明図、図 9 は、図 7 におけるスタティックミキサーの軸方向下流部位での断面説明図、図 10 は、本発明に係わる流体浄化方法のさらに他の実施例に採用したス

タティックミキサーの断面説明図、図 1 1 は、図 2 における A-A 線相当位置に基づく断面説明図、図 1 2 は、本発明に係わるスタティックミキサーを他の流体浄化に供した状況を示す配管説明図、図 1 3 (a) ~ (e) は、本発明に係わるスタティックミキサーにおける溝又は突起の他の形態例を示す衝突筒体の底面部説明図である。

### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を実施例により更に詳細に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

図 1 ~ 図 3 は本発明に係わる流体浄化方法の一実施例を示している。

図 1 における符号 1 0 は排ガス（流体）の流体流路であり、この流体流路 1 0 をトルエンを含んだ排ガスが 1 4 0 L / m i n で流れるようになっている。

この流体流路 1 0 を流れる排ガスを浄化するに際しては、この流体流路 1 0 上にスタティックミキサー 1 1 を配置すると共に、このスタティックミキサー 1 1 の上流側手前にオゾンガス供給装置 1 2 からのオゾンガス供給路 1 3 を連通させ、スタティックミキサー 1 1 によって、オゾンガス供給装置 1 2 からのオゾンガス（ガス濃度 2 4 g）と排ガスとを混合反応させて、排気ガスの浄化を行うようにしている。

この場合、図 2 にも示すように、上記流体流路 1 0 は、上流側流体流路 1 0 a と下流側流体流路 1 0 b とで構成され、その間にスタティックミキサー 1 1 のミキサー本体 2 0 が介装連結されている。すなわち、このミキサー本体 2 0 は流体流路 1 0 より大径なミキサー本体筒部 2 1 と、このミキサー本体筒部 2 1 の端部に取り付けられ中空部が流入口 2 2 a となる流入口側端面中空盤部 2 2 と、中空部が流出口 2 3 a となる流出口側端面中空盤部 2 3 とで構成している。

なお、図示実施態様では、上記流入口 2 2 a よりは外方側に流入筒部 2 2 b を突出しその先端に流路連結用フランジ部 2 2 c を建設し、同じく、流出口 2 3 a よりは外方側に流出筒部 2 3 b を突出しその先端に流路連結用フランジ部 2 3 c を建設してある。

そして、上記流路連結用フランジ部 2 2 c に上流側流体流路 1 0 a の下流端を連結し、流路連結用フランジ部 2 3 c に下流側流体流路 1 0 b の上流端を連結し、該ミキサー本体 2 0 が流体流路 1 0 の一部となって連通し、排ガス及びオゾンガスは上流側流体流路 1 0 a よりミキサー本体 2 0 内を通過して下流側流体流路 1 0 b 内に流入するようになしてあるのは無論である。

そして、このミキサー本体 2 0 内には、その流入口 2 2 a の径以上の径を有しミキサー本体 2 0 のミキサー本体筒部 2 1 の内径よりは径の小さい衝突筒体 3 0 を、その開口 3 0 a 側を流入口 2 2 a 側に向けて、この衝突筒体 3 0 の外周面より放射状に突出しその先端をミキサー本体筒部 2 1 の内周面に連結した固定用板 4 0 , 4 0 , 4 0 . . . で同心状に固定収納してある。

本願では、図示実施態様をも含め、流体流路 1 0 と流入筒部 2 2 b と流出筒部 2 3 b とが全て同径となしてあるので、上記「流入口 2 2 a の径以上の径」とは「流体流路 1 0 の径以上の径」に一致するものである。しかし、図示はしていないが、流体流路 1 0 と流入筒部 2 2 b と流出筒部 2 3 b とは互いに径が異なっている場合でもよいほか、流入筒部 2 2 b はその下流側を流体流路 1 0 よりノズル状に縮径してもよく、この場合をも含む。言い換えると、流入筒部 2 2 b の下流側を縮径した場合は、流入口 2 2 a の径が流体流路 1 0 の径以下になるので、流体流路 1 0 の径以下の場合でも流入口 2 2 a の径以上の径となる場合があり、この場合をも含むものである。



上記衝突筒体 30 は有底筒状に構成してあり、その筒体部 32 は直径が変化しない直筒を原則とするが、開口 30 a 側が多少拡張されていたり、逆に縮径されたりしたものを使用してもよいほか、開口 30 a よりも小径の貫通孔を中心に有する円板を開口 30 a に取付けたものを使用してもよい。なお、衝突筒体 30 の開口 30 a を縮径すると攪拌効率が向上し、圧力損出が高まり、逆に拡張すると攪拌効率は多少低下するが圧力損失も低減できるものであった。

したがって、流入口 22 a と衝突筒体 30 の開口 30 a とが対向することになり、流入口 22 a より矢印 P 1 に示すように流入した排ガス及びオゾンガスは、そのほとんどが矢印 P 2 で示すように衝突筒体 30 内に流入する。そして、矢印 P 3 に示すように衝突筒体 30 の外周側に移動した排ガス及びオゾンガスはこの衝突筒体 30 より矢印 P 4 に示すようにあふれ出る。そして、衝突筒体 30 内よりあふれ出る排ガス及びオゾンガスが流入口 22 a より流入する排ガス及びオゾンガスと擦れ合う（矢印 P 1 方向の流れと矢印 P 4 方向の流れとが擦れ合う。）。なお、この衝突筒体 30 は流入口 22 a の径より大径に形成しているので、該衝突筒体 30 内では中心軸側で排ガス及びオゾンガスは底面 31 側（矢印 P 1 方向）に向かい周部側では反転して開口 30 a 側（矢印 P 4 方向）に向かって流れることになる。

そして、上記衝突筒体 30 内よりあふれ出た排ガス及びオゾンガスは、矢印 P 5 に示すように外周側に移動し矢印 P 6 で示すように、衝突筒体 30 とミキサー本体筒部 21 との間を流れて下流側に流れることになる。衝突筒体 30 とミキサー本体筒部 21 との間を流れて矢印 P 6 方向に流れた排ガス及びオゾンガスは、今度は流出口側端面中空盤部 23 に衝突し、矢印 P 7 で示すような中心側に向かう流れとなり、四方から矢印 P 7、P 7、P 7・・・方向に流れる排ガス及びオゾンガスどうしは相互

に衝突し、矢印 P 8 に示すように流出口 2 3 a より流出する。

排ガス及びオゾンガスが衝突し流れ方向を変更して反転する（正反対方向に流れる）と、非常に大きな攪拌力を受けることになるのは無論であるが、同時に非常に大きな圧力損失をも伴うとされ、この種の衝突板式スタティックミキサーは実用化されないでいた。しかし、本発明ではミキサー本体 2 0 を流体流路 1 0（流入口 2 2 a）より大径としたため、該流入口 2 2 a の下流側周縁付近は排ガス及びオゾンガスの流れでオリフィス作用で減圧され、この減圧域の存在が、上記排ガス及びオゾンガスが衝突し流れ方向を変更して反転する助けとなり、圧力損失を低減するようになしてある。

そして、上記衝突筒体 3 0 の底面 3 1 の内側部位、流入口側端面中空盤部 2 2 の内面部位、流出口側端面中空盤部 2 3 の内面部位、衝突筒体 3 0 の筒体部 3 2 の内周面部位、ミキサー本体筒部 2 1 の内周面部位、衝突筒体 3 0 の筒体部 3 2 の外周面部位、衝突筒体 3 0 の底面 3 1 の外側部位のうちの少なくともいずれか一ヶ所には多数の凹部 5 0， 5 0， 5 0・・・を形成してなる。

図 2 及び図 3 に示した本実施態様では、この凹部 5 0， 5 0， 5 0・・・は、衝突筒体 3 0 の底面 3 1 の内側部位と流出口側端面中空盤部 2 3 の内面部位とに設けられている。上記部位は排ガス及びオゾンガスが最も激しく衝突する部位で、この部位に多数の凹部 5 0， 5 0， 5 0・・・を設けておくと、各凹部 1 0 に衝突した排ガス及びオゾンガスは小さな過流を多数発生（微分的攪拌）してより細かに攪拌・混合され、この細かな過流が全体的な大きな反転流に乗る（積分的攪拌）という強力な攪拌作用を呈するものである。

図 4 に示す実施態様では、この凹部 5 0， 5 0， 5 0・・・は、衝突筒体 3 0 の底面 3 1 の内側部位と、流出口側端面中空盤部 2 3 の内面部位

位と、さらに、流入口側端面中空盤部 2 2 の内面部位、ミキサー本体筒部 2 1 の内周面部位とに設けてある。なお、ミキサー本体筒部 2 1 の内周面部位で排ガス及びオゾンガスが略直交方向に衝突するのはその上流側のみであるので、この実態態様ではミキサー本体筒部 2 1 の内周面部位上流側にのみ凹部 5 0, 5 0, 5 0 . . . を設けている。

図 5 に示す実施態様では、この凹部 5 0, 5 0, 5 0 . . . は、衝突筒体 3 0 の底面 3 1 の内側部位と、流入口側端面中空盤部 2 2 の内面部位と、流出口側端面中空盤部 2 3 の内面部位と、ミキサー本体筒部 2 1 の内周面部位と、さらに、筒体部 3 2 の内周面部位とに設けてある。なお、筒体部 3 2 の内周面部位では排ガス及びオゾンガスが略直交方向に衝突する部位はほとんどなく、その上流側のみで多少乱流が衝突するので、この実態態様では筒体部 3 2 の内周面部位の上流側にのみ凹部 5 0, 5 0, 5 0 . . . を設けている。

上記凹部 5 0 は、適宜形状を成す小穴であって、通常は断面形状が半球状を成すものを使用するが、断面形状が矩形状や三角形状を成すものを使用してもよい。

ここで、上記衝突筒体 3 0 の開口 3 0 a の先端と流入口側端面中空盤部 2 2 との間隔は、混合目的や、気体同士の混合か流体同士の混合かあるいは気体と液体との混合かの違いによって決定され、この間隔の面積（間隔×周長さ）は、衝突筒体 3 0 の開口 3 0 a の断面積よりも大きくても小さくてもよく、混合目的や流体の性状に応じて適宜決定することができ、これと同様に、流体が通過する各部位の間隔も、混合目的や流体の性状に応じて適宜決定することができる。

つまり、流入口 2 2 a よりミキサー本体筒部 2 1 内に流入した排ガス及びオゾンガスは、衝突筒体 3 0 内に流入した後、反転して衝突筒体 3 0 の開口 3 0 a の先端と流入口側端面中空盤部 2 2 との間隙部位（間隔

が適宜決定された間隙部位)を通過し、同じく間隔が適宜決定された衝突筒体 30 の外周面とミキサー本体筒部 21 の内周面との間隙部位を通過する。

図 6 に示す実施態様において、衝突筒体 30 を上流側と下流側とに開口してその中央を底面部 31 で仕切っており、流出筒部 23 b の先端をこの衝突筒体 30 の筒体部 32 の下流側開口内にまで所定距離突出させている。すなわち、流出口 23 a の内面側において、流出筒部 23 b または下流側流体流路 10 b を衝突筒体 30 の筒体部 32 における底面部 31 の外側部位内に所定距離突出させることで、排ガス及びオゾンガスの全量が複雑な流路を通るようになしてある。

このように、流出筒部 23 b を衝突筒体 30 の筒体部 32 内に所定距離突出させると排ガス及びオゾンガスはこれを超えなくてはならず流れの方向がさらに変化して、混合効率が向上する。

図 7 ～図 9 に示す実施態様において、衝突筒体 30 の底面 31 の内側部位には、図 8 に示すように、3 条の渦巻き状溝 50 A が形成してあると共に、流出口側端面中空盤部 23 の内面部位には、図 9 に示すように、3 条の渦巻き状溝 50 A が形成してあり、流入口側端面中空盤部 22 の内面部位にも 3 条の渦巻き状溝 50 A が形成してある。

図 8 及び図 9 にも示したように、渦巻き状溝 50 A は、衝突筒体 30 の底面 31 の内側部位と流入口側端面中空盤部 22 の内面部位と流出口側端面中空盤部 23 の内面部位とにそれぞれ設けてあり、これらの部位は流体が最も激しく衝突する部位であって、これらの部位に渦巻き状溝 50 A を設けておくことで、各渦巻き状溝 50 A に衝突した流体に小さな過流を多数発生（微分的攪拌）させてより細かに攪拌・混合し、この細かな過流を全体的な大きな反転流に乗せる（積分的攪拌）という強力な攪拌作用を呈し得る。

この場合、衝突筒体 30 の底面 31 及び両端面中空盤部 22, 23 の内面部位の各周縁部分には、渦巻き状溝 50A とほぼ同じ深さの環状溝 51 がそれぞれ設けてあり、渦巻き状溝 50A の先端をこの環状溝 51 に接続させているが、環状溝 51 を設けずに渦巻き状溝 50A の先端を筒体部 32 及びミキサー本体筒部 21 に直に到達させてもよい。

図 10 及び図 11 に示す実施態様において、衝突筒体 30 の底面 31 の内側部位には、複数の凹部 50 が形成してあると共に、衝突筒体 30 の筒体部 32 の内周面及びミキサー本体筒部 21 の内周面には、螺旋状溝 50A' が形成してある。

図 10 及び図 11 に示したように、この実施態様では、複数の凹部 50 が衝突筒体 30 の底面 31 に設けてあり、螺旋状溝 50A' が衝突筒体 30 の筒体部 32 の内周面及びミキサー本体筒部 21 の内周面にそれぞれ設けてあり、これらの凹部 50 及び螺旋状溝 50A' に衝突した流体に小さな過流を多数発生（微分的攪拌）させてより細かに攪拌・混合し、この細かな過流を全体的な大きな反転流に乗せる（積分的攪拌）という強力な攪拌作用を呈し得る。

なお、衝突筒体 30 の底面部 31 の外側や、衝突筒体 30 の筒体部 32 の外周面や、ミキサー本体 20 の流入口側端面中空盤部 22 の内面や、衝突筒体 30 の筒体部 32 の下流側開口内にまで所定距離突出する流出筒部 23b の外周面に対しても、凹部又は溝又は突起を設けることが可能である。

また、上記固定用板 40 を、衝突筒体 30 の外周面より放射状に突出させると共に衝突筒体 30 の軸方向に所定の角度で捻って、その外周端をミキサー本体筒部 21 の内周面に連結させた固定用板 40 としてもよく、このように、固定用板 40 としてヒネリ板を使用することで、流体に旋回流を付与してより均一な効果的攪拌・混合を実現できる。

さらに、流入口 2 2 a に連結する流入口筒部 2 2 b 内周面にスパイラルリボンを取り付けてもよく、このように成すことで、排ガス及びオゾンガスは流入口筒部 2 2 b 部位より（流入口 2 2 a 部位から）旋回流となって進み、上記実施態様と同じ作用及び効果を有することになる。

そこで、トルエンを含んだ排ガスが  $140\text{ L/min}$  で流れる流体流路 1 0 に、オゾンガス供給装置 1 2 からのガス濃度  $8\text{ g/hr}$  のオゾンガスを送り込み、これらのガスをスタティックミキサー 1 1 によって混合反応させ、スタティックミキサー 1 1 の下流側において検知管測定法による測定を試みたところ、排ガスに含まれていた  $360\sim1000\text{ ppm}$  のトルエンが  $0.1\sim10\text{ ppm}$  に減っていた。

つまり、上記流体浄化方法では、排ガスを効率良くそして確実に浄化することが可能であることが実証できた。

加えて、この流体の浄化にあたって、スタティックミキサー 1 1 の長さは  $30\text{ cm}$  にも満たないうえ、スタティックミキサー 1 1 に排ガス及びオゾンガスが滞留している時間（反応時間）が  $1/100$  秒以内であることから、構造の簡略化及び浄化コストの大幅な低減をいずれも実現可能であることが立証できた。

また、上記スタティックミキサー 1 1 によって、オゾン水を水に溶解するに際しては、図 1 2 に示すように、水道水が  $10\text{ L/min}$  で流れる流体流路 1 0 上にスタティックミキサー 1 1 を配置すると共に、このスタティックミキサー 1 1 の上流側手前に設けたエジェクタ 1 4 にオゾンガス供給装置 1 2 からのオゾンガス供給路 1 3 を連通させ、スタティックミキサー 1 1 によって、オゾンガス供給装置 1 2 からのオゾンガス（ガス濃度  $3.6\text{ g/hr}$ ）と水道水とを混合反応させて、オゾン水を水に溶解する。

そこで、この状況において、スタティックミキサー 1 1 の下流側にお

いてサンプルを採取して、オゾン水濃度計 15 によりオゾン水濃度を測定したところ、オゾンガス濃度の大小にかかわらず、オゾンガスが瞬間的に水に溶解して僅かな時間で飽和濃度に到達した。

つまり、上記スタティックミキサー 11 を用いたガス溶解方法では、水に対して、オゾンガスを効率良くそして確実に溶解させることができ、その結果、オゾンガスの消費量を節約することが可能であることが実証できた。

なお、本発明者自らが発明した特願平 8-143514 号に記載のスタティックミキサー（図 2～図 6 に記載のスタティックミキサー 11）を用いた場合の上記オゾン水濃度は 12 PPM であり、このスタティックミキサーに改良を加えたスタティックミキサー（図 7～図 11 に記載のスタティックミキサー 11）を用いた場合の上記オゾン水濃度は 17 PPM であり、これにより、本発明者自らが発明した特願平 8-143514 号に記載のスタティックミキサー 11 よりも、改良を加えたスタティックミキサー 11 の方がオゾンガスを効率良く溶解させることができることがわかる。

本発明の流体浄化方法及びスタティックミキサーにおいて、衝突筒体 30 の底面部 31 の内側及び外側や、ミキサー本体 20 の流入口側端面中空盤部 22 の内面や、ミキサー本体 20 の流出口側端面中空盤部 23 の内面に、溝又は突起を設ける場合には、すなわち、流体の流れに面する部位に溝又は突起を設ける場合には、図 13（a）に示すように、1 条の渦巻き状溝 50B としたり、図 13（b）～（e）に示すように、複数の突起 50C としたりすることができる。

また、上記した実施例では、本発明に係わるスタティックミキサーを排ガスの浄化及びガスの溶解に適用した場合を示したが、より具体的には、飲食店における排煙システムや、病院及び救急車における空気浄化

システム（殺菌システムを含む）や、ダイオキシン排除システムなどに適用することが当然可能である。

#### 産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明では、上記した構成としているので、圧力損失が少なく、攪拌混合効率が高いスタティックミキサーを提供することができ、このスタティックミキサーを排ガスや排水などの浄化に用いることで、構造の簡略化及び浄化コストの大幅な低減を実現しつつ、流体を極めて効率良く浄化することが可能であるという非常に優れた効果がもたらされる。

本発明のより一層好適な例による流体浄化方法及びスタティックミキサーでは、衝突筒体の筒体部内に流出部の上流側端部又は下流側流路の端部を突出させようとしているので、より一層効率の良い混合攪拌を行うことが可能である。



### 請求の範囲

1. 排ガスや排水などの流体を浄化するに際して、流体の流路上に配置されて流路よりも径の大きい円筒状を成すミキサー本体を、ミキサー本体筒部と、このミキサー本体筒部の端部に位置する中空部が流入口となる流入口側端面中空盤部と、中空部が流出口となる流出口側端面中空盤部とで構成し、上記ミキサー本体内には、その流入口の径以上の径を有し且つミキサー本体のミキサー本体筒部の内径よりは径の小さい衝突筒体を、その開口側を流入口に向けて同心状に固定収納し、流体が接触するミキサー本体の内面及び衝突筒体の表面のうちの少なくとも一つの部位に多数の凹部を設けたスタティックミキサーを用い、このスタティックミキサーを上記流体の流路上に1個以上配置して、上記排ガスや排水などの流体とオゾンなどの浄化剤とを混合反応させて上記流体を浄化することを特徴とする流体浄化方法。

2. 排ガスや排水などの流体を浄化するに際して、流体の流路上に配置されて流路よりも径の大きい円筒状を成すミキサー本体を、ミキサー本体筒部と、このミキサー本体筒部の端部に位置する中空部が流入口となる流入口側端面中空盤部と、中空部が流出口となる流出口側端面中空盤部とで構成し、上記ミキサー本体内には、その流入口の径以上の径を有し且つミキサー本体のミキサー本体筒部の内径よりは径の小さい衝突筒体を、その開口側を流入口に向けて同心状に固定収納し、流体が接触するミキサー本体の内面及び衝突筒体の表面のうちの少なくとも一つの部位に溝又は突起を設けたスタティックミキサーを用い、このスタティックミキサーを上記流体の流路上に1個以上配置して、上記排ガスや排水などの流体とオゾンなどの浄化剤とを混合反応させて上記流体を浄化することを特徴とする流体浄化方法。

3. スタティックミキサーにおける凹部又は溝又は突起は、衝突筒体の

底面部の内側，衝突筒体の筒体部の内周面，ミキサー本体の流入口側端面中空盤部の内面及びミキサー本体の流出口側端面中空盤部の内面のうちの少なくとも一つの部位に設けてある請求項 1 又は 2 に記載の流体浄化方法。

4. スタティックミキサーにおいて、流体が接触する部位が流体の流れに面する平面では、溝又は突起が渦巻状を成し、流体が接触する部位が流体の流れに沿う周面では、溝又は突起が螺旋状を成している請求項 2 又は 3 に記載の流体浄化方法。

5. スタティックミキサーにおける溝又は突起は、衝突筒体の底面部の内側及び／又は衝突筒体の筒体部の内周面に設けてある請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 つの項に記載の流体浄化方法。

6. スタティックミキサーにおけるミキサー本体内に流出部の上流側端部又は下流側流路の端部を突出させた請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つの項に記載の流体浄化方法。

7. 流体の流路上に配置されて流路よりも径の大きい円筒状を成すミキサー本体を、ミキサー本体筒部と、このミキサー本体筒部の端部に位置する中空部が流入口となる流入口側端面中空盤部と、中空部が流出口となる流出口側端面中空盤部とで構成し、

上記ミキサー本体内には、その流入口の径以上の径を有し且つミキサー本体のミキサー本体筒部の内径よりは径の小さい衝突筒体を、その開口側を流入口に向けて同心状に固定収納したスタティックミキサーにおいて、

流体が接触するミキサー本体の内面及び衝突筒体の表面のうちの少なくとも一つの部位に溝又は突起を設けたことを特徴とするスタティックミキサー。

8. 溝又は突起は、衝突筒体の底面部の内側，衝突筒体の筒体部の内周

面、ミキサー本体の流入口側端面中空盤部の内面及びミキサー本体の流出口側端面中空盤部の内面のうちの少なくとも一つの部位に設けてある請求項 7 に記載のスタティックミキサー。

9. 流体が接触する部位が流体の流れに面する平面では、溝又は突起が渦巻状を成し、流体が接触する部位が流体の流れに沿う周面では、溝又は突起が螺旋状を成している請求項 7 又は 8 に記載のスタティックミキサー。

10. 溝又は突起は、衝突筒体の底面部の内側及び／又は衝突筒体の筒体部の内周面に設けてある請求項 7 ～ 9 のいずれか 1 つの項に記載のスタティックミキサー。

11. ミキサー本体内に流出部の上流側端部又は下流側流路の端部を突出させた請求項 7 ～ 10 のいずれか 1 つの項に記載のスタティックミキサー。

12. 流体同士を混合するに際して、流体の流路上に請求項 7 ～ 11 のいずれか 1 つの項に記載のスタティックミキサーを 1 個以上配置し、このスタティックミキサーにより一方の流体と他方の流体とを混合反応させて上記流体同士を混合することを特徴とする流体混合方法。

図 1

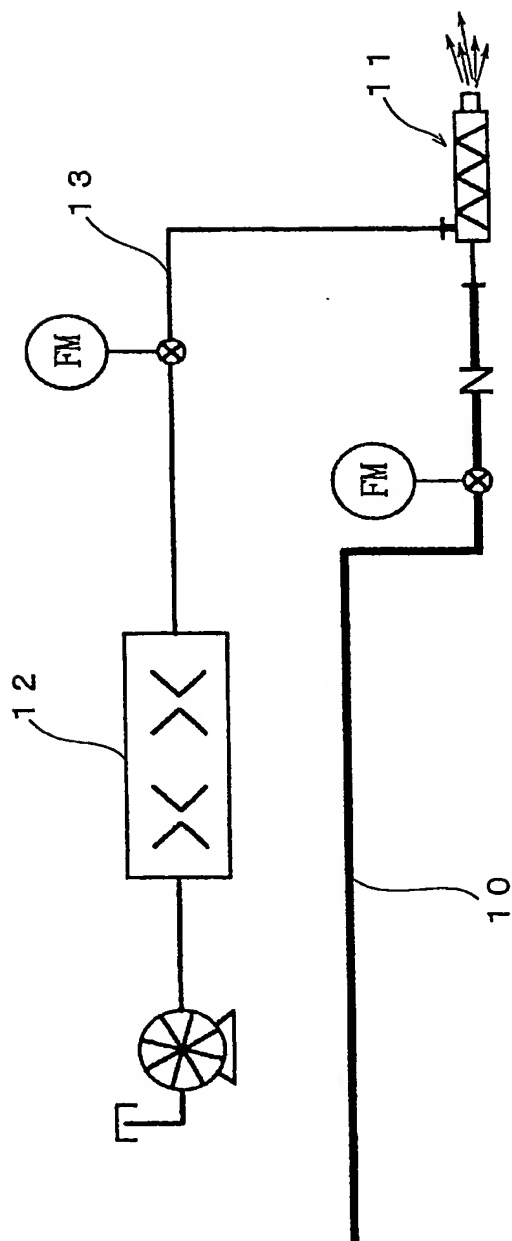


図 2

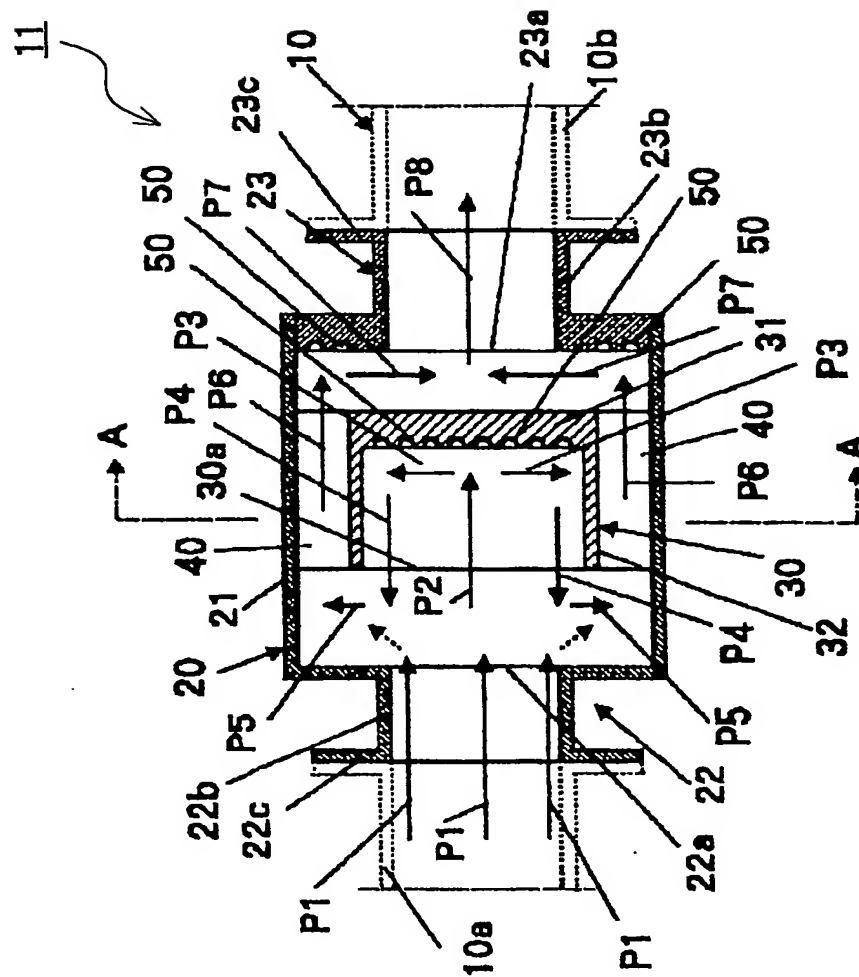


図 3

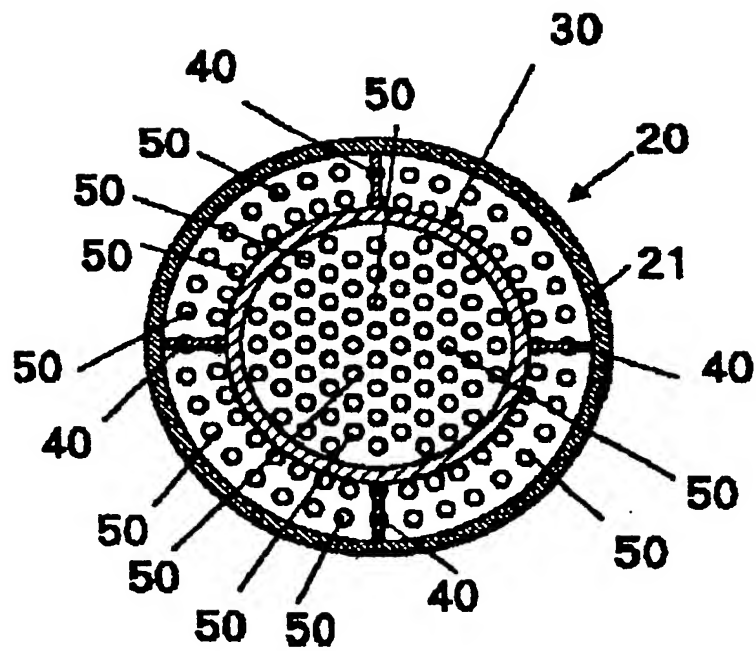


図4

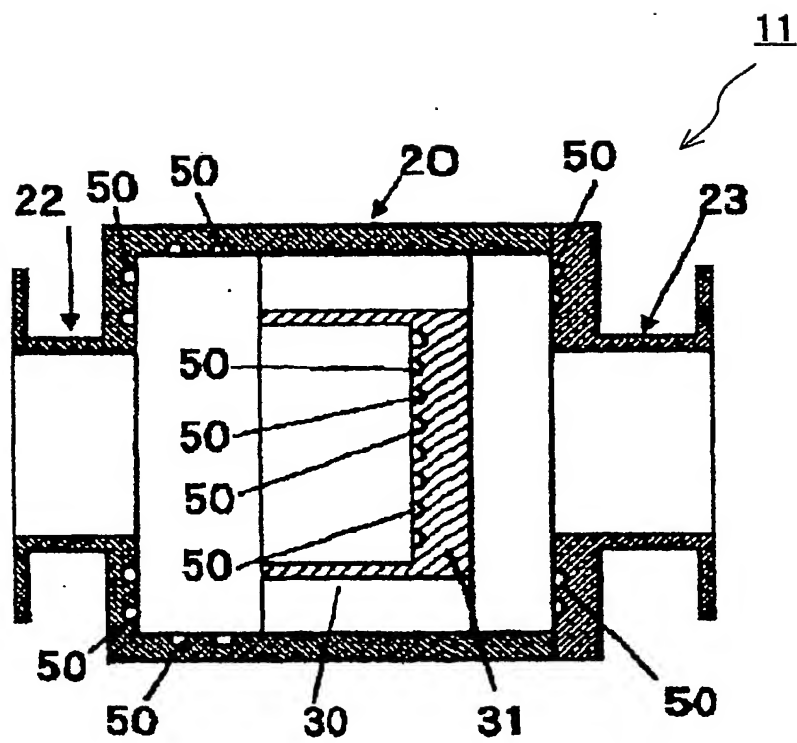


図5

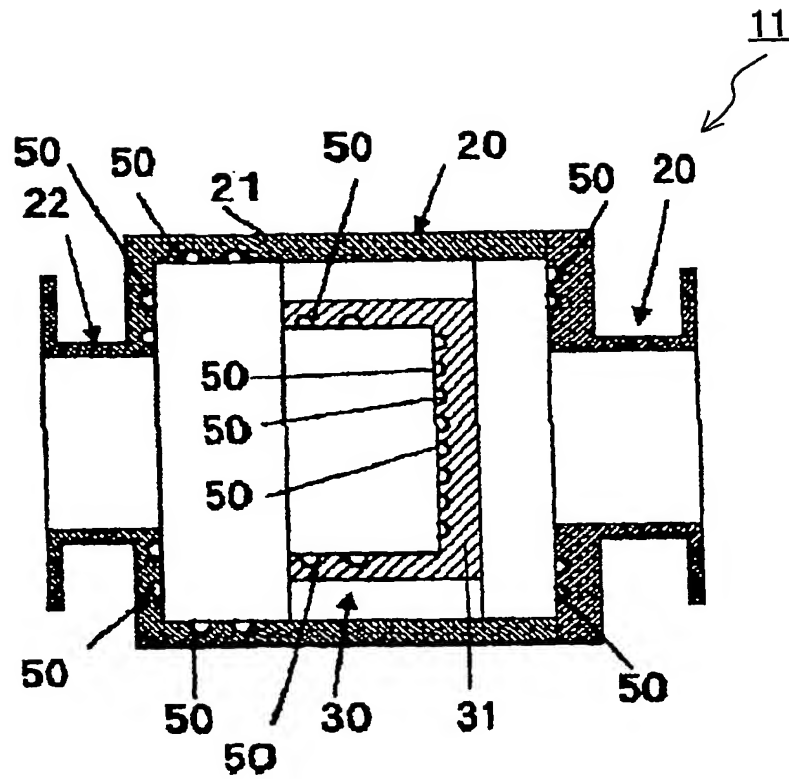




図6

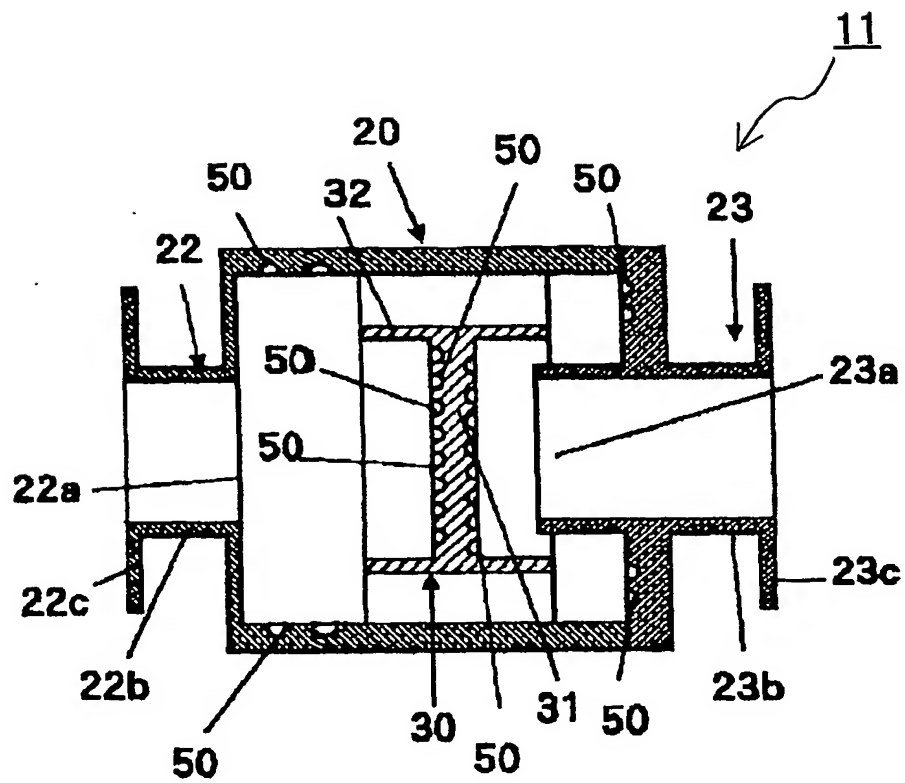


図7

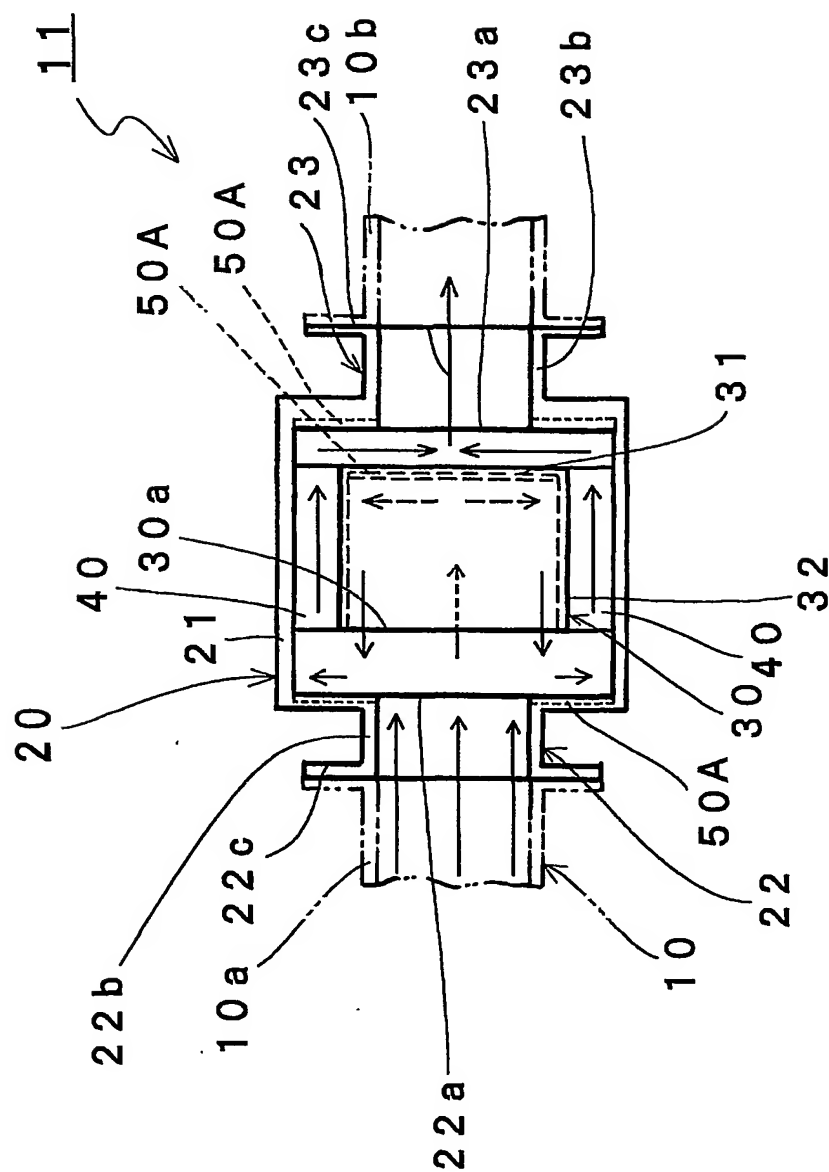


図8

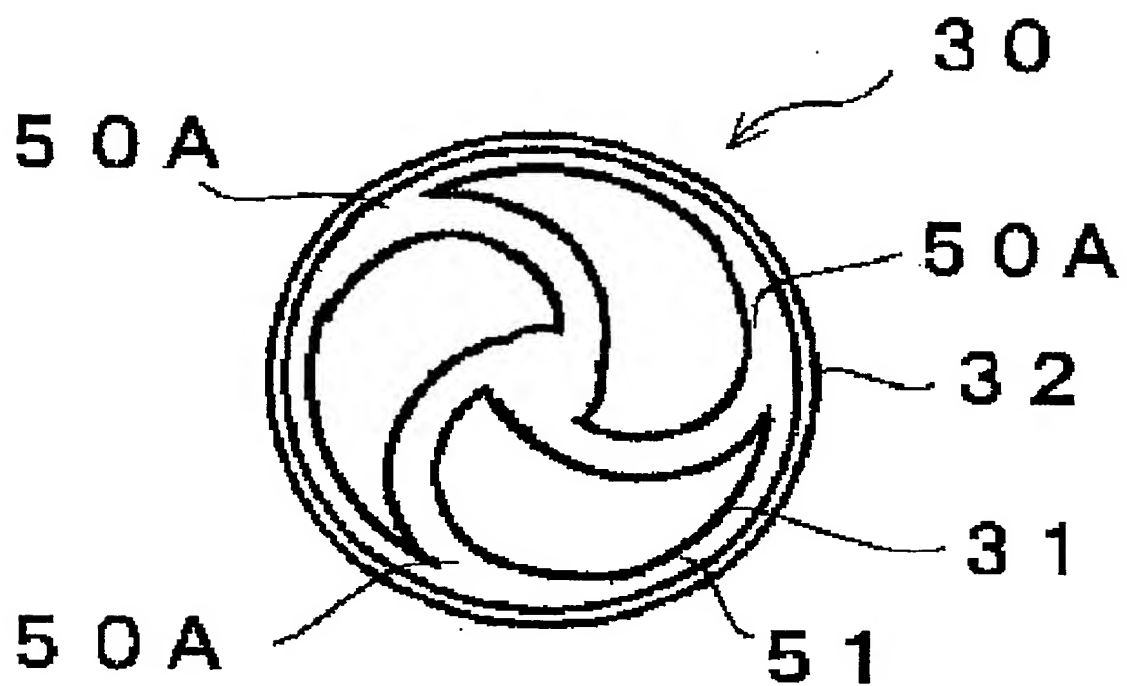


図 9

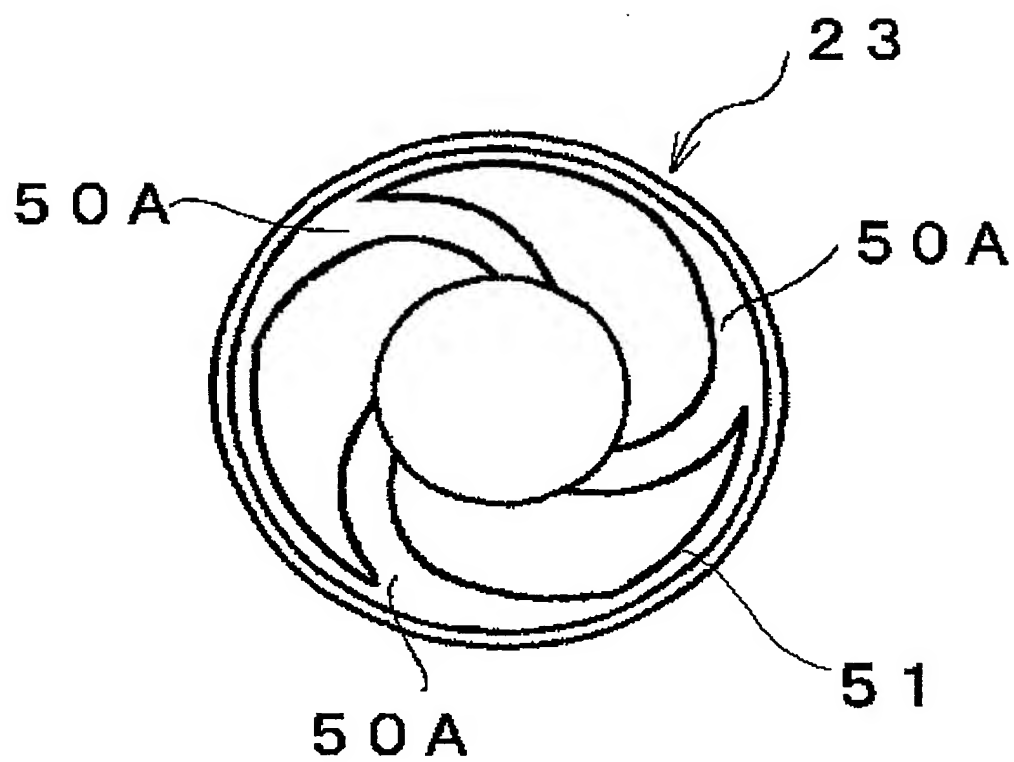


図10

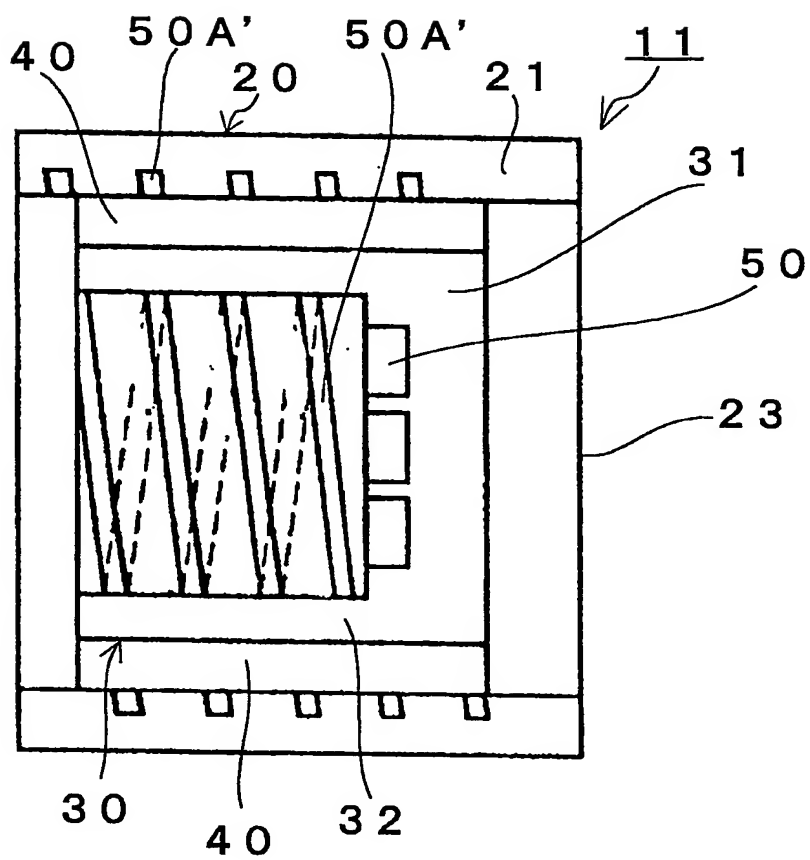


図11

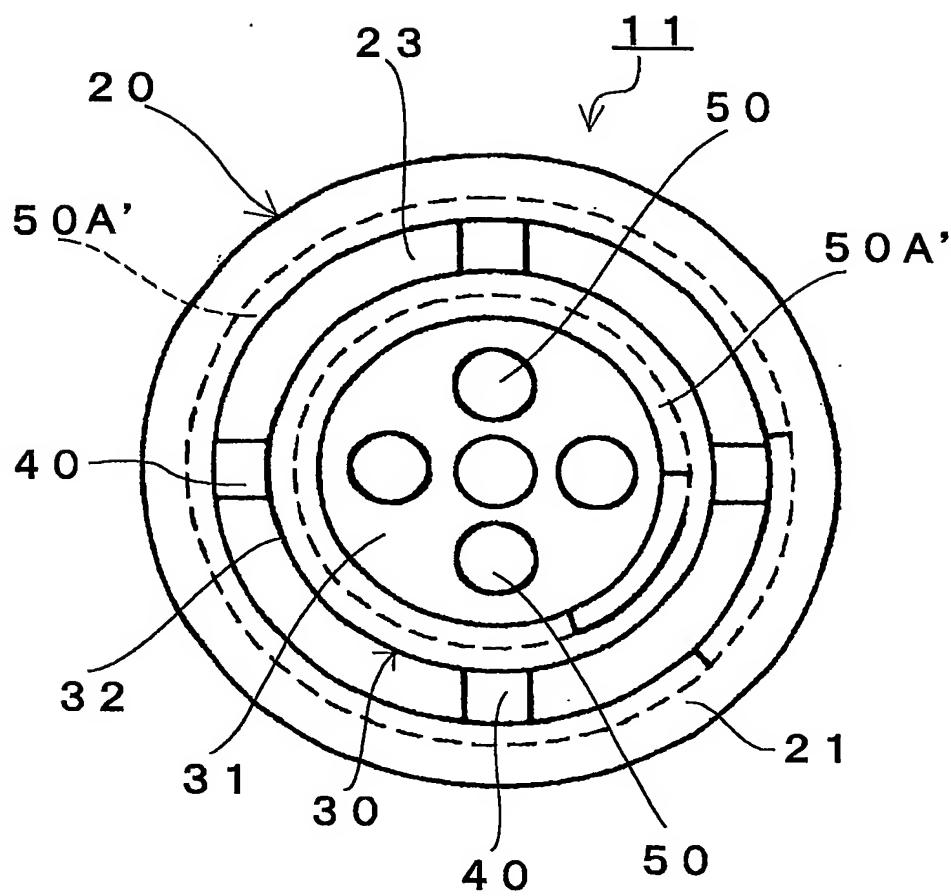


図12

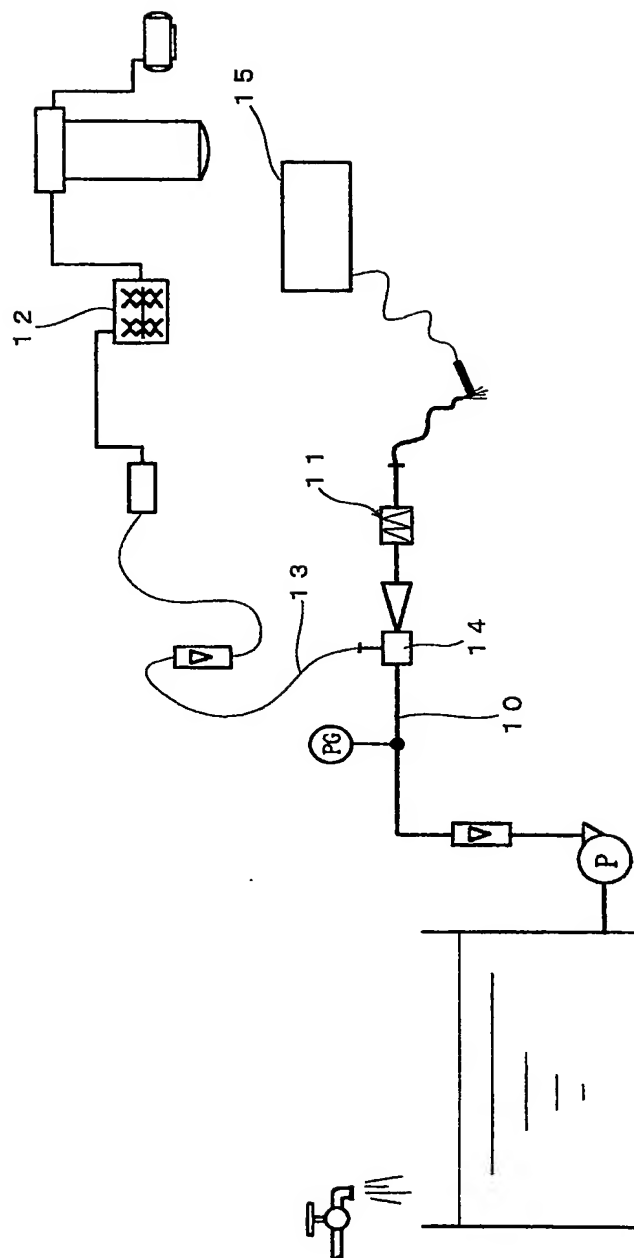
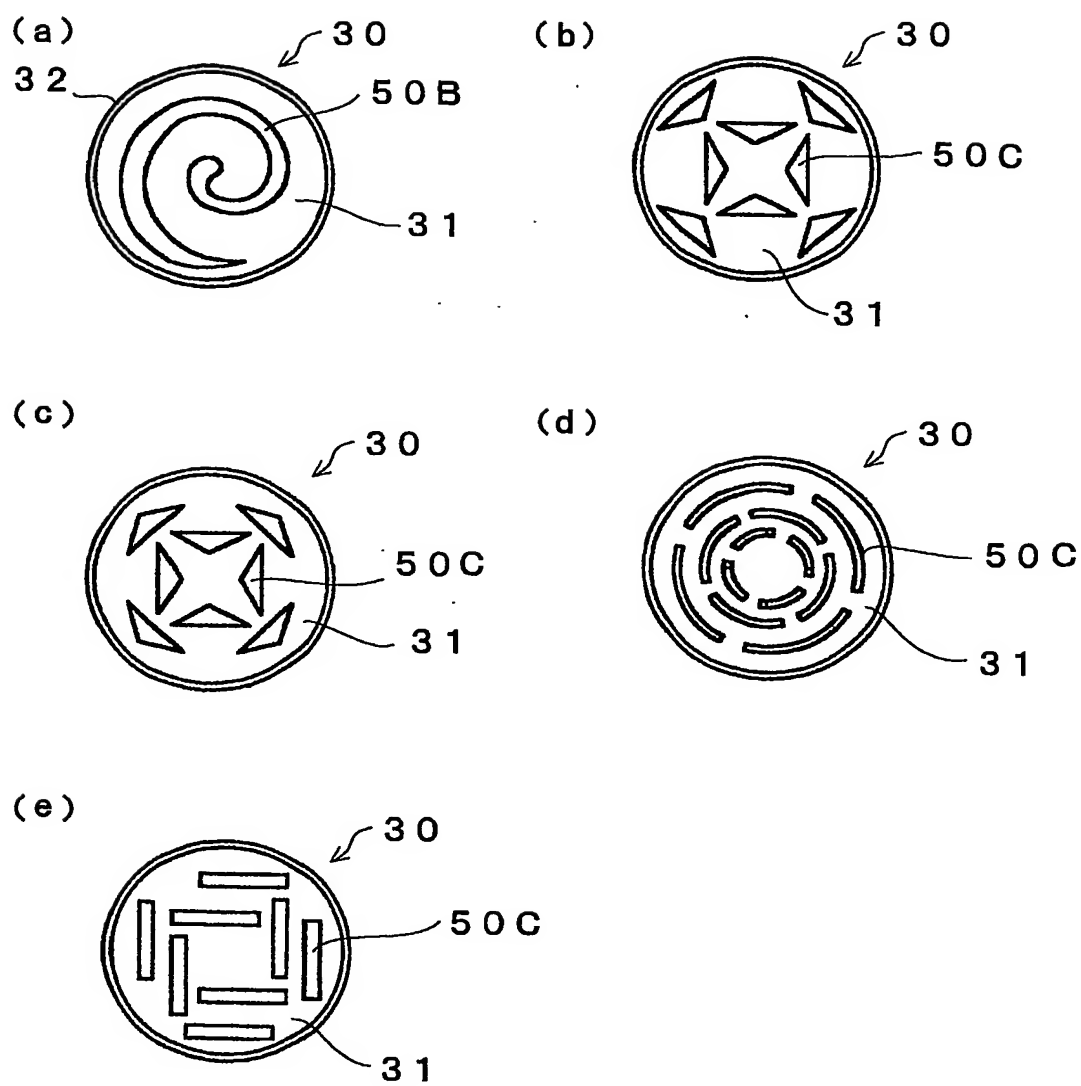


図13





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13055

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B01D53/44, C02F1/78, B01F5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B01D5/00, C02F1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5928509 A (HIKOROKU SUGIURA), 27 July, 1999 (27.07.99), Full text; Fig. 1 & JP 10-085723 A	1-6
X	US 5779361 A (SHINYOU TECHNOLOGIES, INC.), 14 July, 1998 (14.07.98), Full text; Figs. 1 to 9 & EP 829305 A2	7-12
Y		1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
03 December, 2003 (03.12.03)

Date of mailing of the international search report  
24 December, 2003 (24.12.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B01D53/44, C02F1/78, B01F5/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B01D5/00, C02F1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996
日本国公開実用新案公報	1971-2003
日本国登録実用新案公報	1994-2003
日本国実用新案登録公報	1996-2003

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US 5928509 A (HIKOROKU SUGIURA), 1999. 07. 27, 全文, Fig. 1 & JP 10-085723 A	1-6
X Y	US 5779361 A (SHINYOU TECHNOLOGIES, INC.), 1998. 07. 14, 全文, Fig. 1-9 & EP 829305 A2 & JP 9-299776 A	7-12 1-6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に関する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03. 12. 03

国際調査報告の発送日

24.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中村 泰三



4Q

3128

電話番号 03-3581-1101 内線 3466